

RADIAL CONTROL TYPE MAGNETIC BEARING WITH HIGH RIGIDITY IN AXIAL DIRECTION

Publication number: JP62270824

Publication date: 1987-11-25

Inventor: MURAKAMI TSUTOMU; NAKAJIMA ATSUSHI

Applicant: NAT AEROSPACE LAB

Classification:

International: F16C32/04; F16C39/06; F16C32/04; F16C39/00; (IPC1-7): F16C32/04

European: F16C39/06

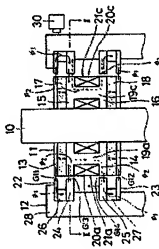
Application number: JP19860112388 19860516

Priority number(s): JP19860112388 19860516

Report a data error here

Abstract of JP62270824

PURPOSE: To increase the rigidity in axial direction and utilize electric magnet effectively by installing a stator and a rotor, furnishing a solenoid at said stator, and equipping either of the stator and rotor with a plurality of permanent magnets. **CONSTITUTION:** Flux $\Phi H1$ running out from the N pole of permanent magnets 17, 18 returns to S pole via magnetic circuits situated on the way. That is, the flux $\Phi H1$ flows into No.3 stator yoke 15 from No.1 stator yoke 13 through No.1 and No.3 rotor yokes 22, 24 and a shortcircuiting magnetic substance 26, and further flows into No.2 stator yoke 14 via No.4 stator yoke 16 and No.4, No.2 rotor yokes 25, 23. As a result, magnetic attraction force is applied to each gap magnetic path G11-G14. At this time, displacement of rotor 12 is sensed by a location sensor 30 for X-axis, to allow current to flow through coils 20a, 20c of solenoids 21a, 21c, and thereby change in the attraction force due to displacement of flux $\Phi H1$ caused by permanent magnets 17, 18 is cancelled.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

⑬ Int.Cl.⁴
F 16 C 32/04

識別記号 庁内整理番号
Z-7127-3J

⑭ 公開 昭和62年(1987)11月25日

審査請求 有 発明の数 1 (全6頁)

⑯ 発明の名称 軸方向剛性の高いラジアル制御型磁気軸受

⑰ 特 願 昭61-112388

⑱ 出 願 昭61(1986)5月16日

⑲ 発 明 者 村 上 力 八王子市泉町1444-8
⑲ 発 明 者 中 島 厚 小金井市貫井南町1-10-10
⑲ 出 願 人 航空宇宙技術研究所長

明 細 書

1. 発明の名称

軸方向剛性の高いラジアル制御型磁気軸受

2. 特許請求の範囲

1. 両側の第1、第2の円環状ステータヨークと内側の第3、第4の円形ステータヨークとを有するステータ部と、該ステータ部の4個のステータヨークとそれぞれ対向して4個の空隙磁路を形成するために両側の第1、第2の円形ロータヨークと内側の第3、第4の円形ロータヨークとを有し、回転軸を中心に回転するロータ部とから成り、前記ステータ部の第3、第4のステータヨーク間を少なくとも3個の鉄心で接続し、これらの鉄心にコイルをそれぞれ巻回して少なくとも3個の電磁コイルを形成し、少なくとも前記第1、第3のステータヨーク間と前記第1、第3のロータヨーク間の何れかに軸方向に着磁した永久磁石を配置して、永久磁石を配置しないこれらのヨーク間は磁氣的に短絡し、少なくとも前記第2、第4

のステータヨーク間と前記第2、第4のロータヨーク間の何れかに軸方向に着磁した永久磁石を配置して、永久磁石を配置しないこれらのヨーク間は磁氣的に短絡したことを特徴とする軸方向剛性の高いラジアル制御型磁気軸受。

2. 前記ロータ部の第3、第4のロータヨーク間に永久磁石を配置した特許請求の範囲第1項に記載の軸方向剛性の高いラジアル制御型磁気軸受。

3. 前記ロータ部のロータヨークの周囲に前記ステータ部のロータヨークを配置した特許請求の範囲第1項に記載の軸方向剛性の高いラジアル制御型磁気軸受。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、永久磁石の吸引力と電磁コイルの電磁吸引力との相互作用により、ステータ部に対しロータ部を非接触で支持する簡潔な構造の磁気軸受に関するものである。

〔従来の技術〕

磁気軸受とは回転している物体を支持する力として、磁気力を利用する軸受である。この磁気軸受は摩擦・疲労による寿命の制限がないこと、摩擦トルクが極めて小さいこと、真空・高温・低温等の特殊な環境に対する適合性が優れていること等の著しい特色があるために近年盛んに研究がなされている。そして、この用途としては例えば遠心分離器、分子ポンプ、ジャイロスコープ、精密測定器、人工衛星搭載用制御機器等への使用が有望視されている。

例えば、第4図は従来の磁気軸受の一例であり、ステータ部1とロータ部2から成り、ステータ部1には永久磁石3と、4個の電磁コイル4a～4d(4b、4dは図示せず)が配置されている。ステータ部1とロータ部2の間には、永久磁石3による磁束 ϕ_1 を通過する非変調ギャップである空隙磁路01と、永久磁石3の磁束 ϕ_1 と電磁コイル4a～4dの磁束 ϕ_2 とを混在して通過させる変調ギャップである空隙磁路02が設けられている。

軸方向の剛性を高めることに寄与しているのは、空隙磁路02を有する電磁ヨーク5のみであって、非変調ギャップを含めても2個の空隙磁路だけのためである。

【発明の目的】

本発明の目的は、従来の磁気軸受に比べて軸方向の剛性を約2倍に増大させると共に、容積がそれほど大きくならない軸方向剛性の高いラジアル・制御型磁気軸受を提供することにある。

【発明の概要】

上述の目的を達成するための本発明の要旨は、
 両側の第1、第2の円環状ステータヨークと内側の第3、第4の円形ステータヨークとを有するステータ部と、該ステータ部の4個のステータヨークとそれぞれ対向して4個の空隙磁路を形成するために両側の第1、第2の円形ロータヨークと内側の第3、第4の円形ロータヨークとを有し、回転軸を中心に回転するロータ部とから成り、前記ステータ部の第3、第4のステータヨーク間を少なくとも3個の鉄心で接続し、これらの鉄心に

この場合に、永久磁石3からの磁束 ϕ_1 はステータ部1の円環状のヨーク5から、空隙磁路02、ヨーク5の両面に配置されたロータ部2の円環状のヨーク6、更に空隙磁路01を通り再びステータ部1側のヨーク7に戻ってくるようになっている。ステータ部1の対向する電磁コイル、例えば電磁コイル4aと4cは互いに逆方向に磁界がかけられており、電磁コイル4a、4cによる点線で示す磁束 ϕ_2 は、電磁ヨーク5から変調ギャップである空隙磁路02を通過してロータ部2側のヨーク6に達し、ヨーク6を半周して反対側の空隙磁路02からステータ部1に戻り、反対側の電磁コイル4cの鉄心を通り、更に電磁ヨーク8を半周して元の電磁コイル4aに戻ってくるようになっている。

磁気軸受には、使用々途によって軸方向の剛性を高める必要がある場合があり、この場合にはこの第4図に示す磁気軸受は必ずしもその要求を満たすことにはならない。つまり、電磁コイル4a～4dの鉄心を挟む2つの電磁ヨーク5、8のう

コイルをそれぞれ巻回して少なくとも3個の電磁コイルを形成し、少なくとも前記第1、第3のステータヨーク間と前記第1、第3のロータヨーク間の何れかに軸方向に着磁した永久磁石を配置して、永久磁石を配置しないこれらのヨーク間は磁氣的に短絡し、少なくとも前記第2、第4のステータヨーク間と前記第2、第4のロータヨーク間の何れかに軸方向に着磁した永久磁石を配置して、永久磁石を配置しないこれらのヨーク間は磁氣的に短絡したことを特徴とする軸方向剛性の高いラジアル制御型磁気軸受である。

【発明の実施例】

本発明を第1図、第2図に図示の実施例に基づいて詳細に説明する。

第1図は磁気軸受の断面図であり、第2図は第1図のⅡ-Ⅱ線に沿った断面図である。この実施例においては、ステータ部1は軸10に一体的に固定されており、その周囲を一定間隔をおいてロータ部12が回転するアウトロータ方式の構成とされている。ステータ部1は内径、外径を

共に同じくする平板円環状の4個のヨーク、即ち、上下四側に配置された第1、第2のステータヨーク13、14とこれらの間に配置された第3、第4のステータヨーク15、16とを有し、第1、第3のステータヨーク13、15の間、及び第4、第2のステータヨーク16、14の間には、それぞれ円環状の永久磁石17、18が挟設されている。第3、第4のステータヨーク15、16間には、ほぼ等間隔に4個の鉄心19a、19b、19c、19dが介在され、これらの鉄心19a、19b、19c、19dにはそれぞれコイル20a、20b、20c、20d(20b、20dは図示せず)が巻回され、4個のほぼ独立した電磁コイル21a、21b、21c、21dが形成されている。そして、ロータ部12にはステータ部11の4個のヨーク13~16に対向して4個の空隙磁路Q11、Q12、Q13、Q14を形成するために、それぞれ円環状の第1、第2、第3、第4のロータヨーク22、23、24、25が配置され、これらのロータ

ヨーク22と24及び23と25はそれぞれ磁性材料26及び27によって前述の空隙磁路から遠い側に磁気的に短絡され、更に外側の円筒状の磁性体28により連結されている。

なお、磁束の流出入を個々の電磁コイル20a~20dごとに分離して効率的に行うために、ステータヨーク15、16は電磁コイル21a、21b、21c、21dに対応して、第2図に示すように分割され、これらの間には非磁性体29が介在されているが、必ずしも完全に分割せずに一部分を分割したり、或いは周方向に磁気抵抗が大きい磁性材料を介在させてもよい。なお、2個の永久磁石17、18についても完全な円環状の形状とせずに、幾つかのブロックに分割しても支障はない。また、ロータ部12の偏位を検出するためにX軸方向及びY軸方向に2組の位置センサ30、31が配置され、X軸用の位置センサ30の出力は図示しない制御回路、パワーアンプを経てコイル20a、20cに電流を流すようにされている。同様にして、Y軸用の位置センサ31か

らはY軸方向のコイル20b、20dに電流が供給されるようになっている。また、図示は省略しているが軸10の反対端には同様の磁気軸受がほぼ対称的に配置されている。

従って、第3、第4のステータヨーク15、16及びこれらと対向する第3、第4のロータヨーク24、25との間の空隙磁路Q13、Q14は、永久磁石17、18からの磁束 ϕ_1 と電磁コイル21a、21b、21c、21dから発生する磁束 ϕ_2 が共存する所謂変調ギャップである。一方、第1、第2のステータヨーク13、14及びこれらと対向する第1、第2のロータヨーク22、23との間の空隙磁路Q11、Q12は、永久磁石17、18のみの磁束 ϕ_1 しか存在しない非変調ギャップとなっている。

作動時においては、永久磁石17、18のN極から外部に出た磁束 ϕ_1 は途中の磁気回路を経てS極に戻るようになる。即ち、第1のステータヨーク13から第1、第3のロータヨーク22、24及び短絡磁性体26を通り、第3のステータ

ヨーク15に磁束 ϕ_1 が流れ込むと共に、第4のステータヨーク16から第4、第2のロータヨーク25、23を通り第2のステータヨーク14に磁束 ϕ_1 が流れ込むことになる。従って、この磁束 ϕ_1 の通過によりステータヨークとロータヨークとの間の空隙磁路Q11、Q12、Q13、Q14には磁気吸引力が作用することになる。

この永久磁石17、18の磁束 ϕ_1 による吸引力は、理想的な状態を考えてみれば全ての方向において粗殺され、ロータ部12は半径方向の或る方向に偏位することなく不安定に平衡した状態にあり得るが、実際には製作上の精度や重力の影響等からロータ部12が一方に偏位することは避けられない。例えば、ロータ部12がX軸の負方向に微小量だけ偏位すると、第1図におけるステータ部11とロータ部12との右側の空隙磁路が狭く、左側の空隙磁路が大きくなる。従って、右側の空隙磁路の磁気抵抗が小さくなるために、この部分における永久磁石17、18からの磁束 ϕ_1 は更に増加し、この間の吸引力が増加し、左

側の空隙磁路の吸引力は減少するのでロータ部12は益々左側に引き寄せられることになる。

このロータ部12の偏位はX軸用の位置センサ30により検出され、電磁コイル21a、21cのコイル20a、20cに制御回路の制御信号に基づき電流を流し、永久磁石17、18による磁束 ϕ_1 の偏位による吸引力の変化を打ち消すような方向、つまり左側の鉄心19aには下向きの、右側の鉄心19cには上向きの起磁力が与えられる方向にコイル20a及び20cに電流を流す。これによって、流れる磁束 ϕ_2 は19aから左側ステータヨーク16→空隙磁路Q14→ロータヨーク25、これを半周して右側のロータヨーク25→右側の空隙磁路Q14→右側のステータヨーク16→鉄心19cを回り、右側のステータヨーク→右側の空隙磁路G13→右側のロータヨーク24→右側の空隙磁路Q13→右側のロータヨーク24、これを半周して左側のロータヨーク24→左側の空隙磁路Q13→左側のステータヨーク15→鉄心19aに戻って一巡する。

ある。

また、永久磁石は必ずしも1個の円環状のものでなくとも、複数個に分割したものを略円環状に配列し、同等の効果を持たせることもできる。更に、ステータヨーク、ロータヨークも回転中心側に配置した場合には、円環状でなくとも円板状であってもよい。

実施例においては、ロータ部12をアウトロータ型としたが、インナーロータ型としても原理的な動作は同様である。

〔発明の効果〕

以上説明したように本発明に係る軸方向剛性の高いラジアル制御型磁気軸受は、若干の容積の増大で変調及び非変調ギャップが共に従来の装置に比べて2倍となり、軸方向の剛性が約2倍に増大することになる。またステータ側には、吸引力に寄与しない無駄なヨークがなくなり、電磁石を有効に活用することができる。

4. 図面の簡単な説明

図面第1図、第2図は本発明に係る軸方向剛性

の磁束 ϕ_2 によって永久磁石17、18からの磁束 ϕ_1 の偏位による変化を相殺し、右側の空隙磁路Q13、Q14においては吸引力を減少させ、左側の空隙磁路G13、Q14では吸引力を増加することによって全体の吸引力を平衡させ、ロータ部12を元の中立状態に復元させることができる。そして、これらの動作はY軸方向についても全く同様である。この場合に、ロータ部12が例えば軸方向に偏位しても、4個の空隙磁路G11、Q12、Q13、Q14によりステータヨーク13～16とロータヨーク22～25の周面同志が正対するように復元するようになるので、軸方向の剛性は従来の例えば第4図に示すようなものよりも大きくなることは明らかである。

永久磁石の配置は上述の実施例だけでなく、少なくとも2個の永久磁石32を用いて、第3図(a)～(b)に示すような配置としても原理的にはほぼ同じである。なお、第3図は軸10の片側の配置のみを示し、33はステータヨーク、34はロータヨーク、35は電磁コイル、34は鉄心で

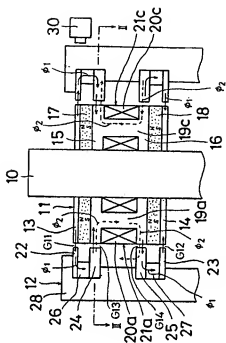
の高いラジアル制御型磁気軸受の実施例を示し、第1図はその断面図、第2図は第1図のII-II線に沿った断面図、第3図(a)～(b)はそれぞれ他の実施例による永久磁石の配置図であり、第4図は従来の磁気軸受の断面図である。

符号11はステータ部、12はロータ部、13、16、33はステータヨーク、17、18、32は永久磁石、19、36は鉄心、20はコイル、21、35は電磁コイル、22～25、34はロータヨーク、30、31は位置センサである。

特許出願人

航空宇宙技術研究所長

第一圖



第2圖

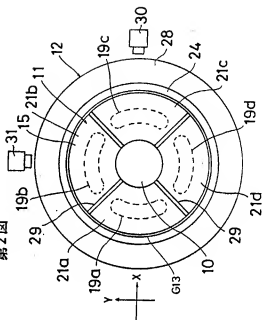
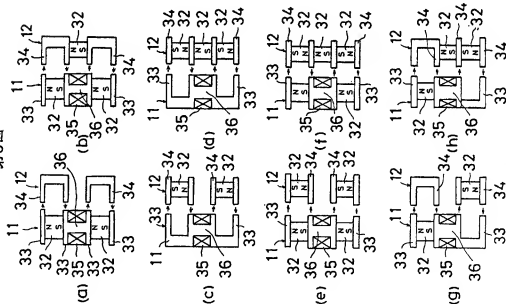


圖 3 樣



第4圖

